جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه سوالات به همراه پاسخ تشریحی
مرحله دوم
نوزدهمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۴

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
–	۸	۲۴۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

تذکرات آزمون:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:

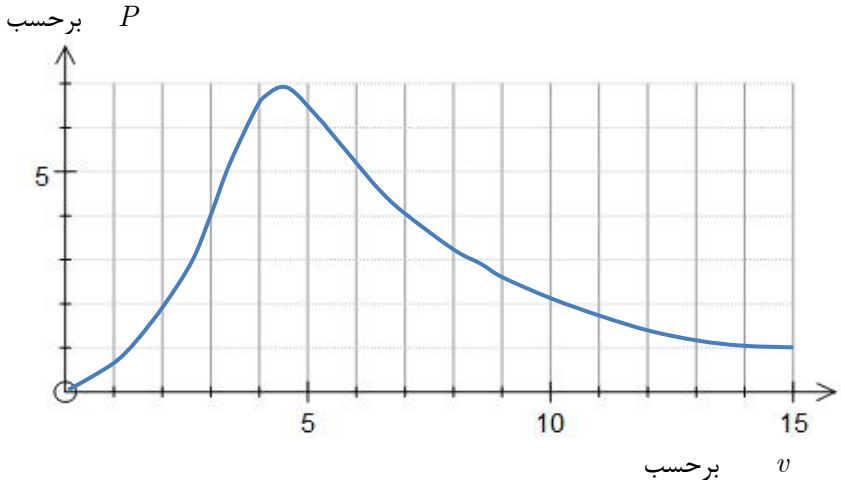
- این آزمون شامل **۸ مسئله‌ی تشریحی** و وقت آن **۲۴۰ دقیقه** است.
- نمره‌ی هر سوال در ابتدای آن نوشته شده است.
- استفاده از ماشین‌حساب در این آزمون مجاز است.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز **نیست**.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- آماده‌سازی پاسخنامه‌ی این آزمون توسط **ایرانفو، مرجع المپیاد فیزیک ایران** انجام شده است.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

ایرانفو
مرجع المپیاد فیزیک ایران

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

۱- به یک متحرک نیروی (F) وابسته به سرعت آن (v) وارد می‌شود، چنان‌که P (توان این نیرو) برحسب سرعت مطابق نمودار شکل (۱) است. (این شکل عیناً در پاسخنامه تکرار شده است.) ایـن نیرو با سرعت هم‌جهت است. جرم این جسم $1kg$ است. شتاب گرانش را $10\ m/s^2$ بگیرید.



الف) نمودار F برحسب v را در پاسخنامه بکشید.

ب) این جسم از سطح شیبداری بالا می‌رود که زاویه‌اش با افق θ است. بیشترین مقدار θ برای این‌که جسم بتواند با سرعت ثابت بالا برود (ϕ) چقدر است؟ (به‌دست آوردن یکی از تابع‌های مثلثاتی ϕ کافی است.)

ج) این جسم از سطح شیبداری با $\theta = 30^\circ$ بالا می‌رود. نمودار شتاب این جسم برحسب سرعت را در پاسخنامه بکشید.

د) این جسم روی یک سطح افقی در زمان صفر از حالت سکون حرکت می‌کند. می‌خواهیم سرعت این جسم در $t = 3s$ را به‌دست آوریم. برای این‌کار فاصله زمانی صفر تا $3\ s$ را به سه بخش هریک به اندازه $1s$ تقسیم کنید. در هر بخش، شتاب را به تقریب ثابت و برابر شتاب متناظر با سرعت در ابتدای بخش بگیرید. با این تقریب سرعت در $t = 3s$ حساب کنید.

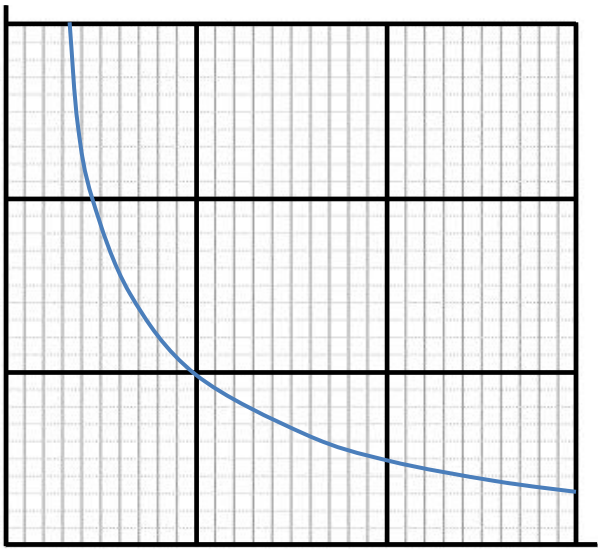
۲- در اثر ترکیب یک مول گاز نیتروژن (N_2) با سه مول گاز هیدروژن (H_2) دو مول گاز آمونیاک (NH_3) تولید می‌شود. دمای مخلوط یـک مول نیتروژن و سه مول هیدروژن T است. برای این‌که در کل این واکنش حجم و دما ثابت بماند، باید این سیستم گرمای Q از دست بدهد. در کل مسئله گازها را کامل بگیرید.

الف) پس از آن‌که واکنش در حجم و دمای ثابت انجام شد، می‌خواهیم فشار آمونیاک را در دمای ثابت T به فشار مخلوط اولیه نیتروژن و هیدروژن برسانیم. چقدر کار باید روی آن انجام دهیم؟

(راهنمایی: شکل زیر نمودار تابع ($1/x$) است.)

ب) در فرآیند بخش (الف)، تغییر انرژی درونی گاز آمونیاک چقدر است؟

ج) فرض کنید طی فرآیند ترکیب یک مول نیتروژن با سه مول هیدروژن، دما همواره T بماند و فشار هم همواره ثابت بماند. در این‌صورت این سیستم باید گرمای Q' از دست بدهد. Q' چقدر است؟



۳- یک سردکننده برای سرد کردن جسمی به‌کار می‌رود که ظرفیت گرمایی (گرمای ویژه ضرب در جرم) آن C است. وقتی دمای جسم T و دمـای محیط T_0 است، آهنگ انتقال گرما از محیط به جسم یعنی گرما بر واحد زمانی که محیط به جسم می‌دهد $\alpha(T_0 - T)$ است، که α ثابت است. وقتی سردکننده روشن است، گرما بر واحد زمانی که سردکننده از جسم می‌گیرد مقدار ثابت J است. می‌خواهیم دمای جسم بین T_1 و T_2 بماند. برای این‌کار دما پای سردکننده چنان تنظیم شده که وقتی دمای جسم از مقداری کمتر از T_2 به T_2 رسید سردکننده روشن می‌شود، و وقتی دمای جسم از مقداری بیشتر از T_1 به T_1 رسید سردکننده خاموش می‌شود. رابطه این دو دما با دمای محیط $T_1 < T_2 < T_0$ است. در این صورت سردکننده به‌طور دوره‌ای روشن و خاموش می‌شود و طی هر دوره به مدت t_1 روشن و به مدت t_2 خاموش است.

الف) مشتق زمانی دمای سیستم ($\frac{dT}{dt}$) در دو حالت روشن و خاموش سردکننده را حساب کنید.

ب) چه شرطی بین این دماها و پارامترهای داده شده باشد تا سردکننده بتواند دمای جسم را از T_2 کمتر کند؟

ج) فرض کنید ($T_2 - T_1$) خیلی کوچک‌تر از ($T_0 - T_2$) است. در این‌صورت برای محاسبه $\frac{dT}{dt}$ می‌شود دمای سیستم را تقریباً مقدار ثابت $\frac{T_1 + T_2}{2}$ گرفت. با این تقریب t_1 و t_2 را حساب کنید.

۴- دو سیم بلند حامل جریان با هم موازی‌اند. یکی از این سیم‌ها ثابت است و سیم دیگر می‌تواند در صفحه شامل این دو سیم و در راستای عمـود بـر آن‌ها جابه‌جا شود. جابه‌جایی این سیم را x نشان می‌دهیم، که در جهت افزایش فاصله است. جرم هر سیم بر واحد طول λ است. از هریک از این دو سیم جریان $I_0 \cos(\omega t)$ می‌گذرد، که t زمان است و I_0 و ω ثابت‌اند. این جریان‌ها هم‌جهت‌اند.

الف) نیرو بر واحد طول وارد بر سیم متحرک در اثر سیم ثابت را، درحالتی‌که فاصله این دو سیم از هم D است، حساب کنید.

ب) فرض کنید علاوه بر نیروی بالا یک نیروی بازدارنده به سیم وارد می‌شود که در راستای x است و مؤلفه آن بر واحد طول در جهت x برابر با $S = -kx - \alpha v$ است. v سرعت سیم (در جهت x) است و k و α ثابت‌اند. شتاب سیم را برحسب x و v و پارامترهای داده شده به‌دست آورید. در این محاسبه از تغییر D به خاطر جابه‌جا شدن سیم چشم بپوشید.

ج) مکان سیم برحسب زمان، $x(t)$ را به شکل $x(t) = A + B\cos(\Omega t) + C\sin(\Omega t)$ بگیرید، که A، B، C و Ω ثابت‌اند. این ثابت‌ها را چنان بیابید که معادله حاصل از بخش (ب) برقرار باشد.

۵- N جسم یکسان هریک به جرم m روی رأس‌های یک N ضلعی منتظم‌اند. بین هر دو جسم از این مجموعه یک فنر آرمانی به ضریب سختی k و طول کشیده نشده R_0 هست. انرژی پتانسیل ذخیره شده در یک فنر آرمانی به ضریب سختی k برابر است با $\frac{1}{2}k(\Delta x)^2$، که Δx اختلاف طول فنر با طول کشیده نشده فنر است.

الف) انرژی پتانسیل این مجموعه را برحسب R (فاصله هر جسم از مرکز N ضلعی) به‌دست آورید.

ب) به‌ازای $R = R^*$ انرژی پتانسیل کمینه می‌شود. R^* را به‌دست آورید.

ج) این مجموعه را از حالت سکون در وضعیتی رها می‌کنیم که فاصله هر جسم از مرکز N ضلعی R_1 است. $R_1 < R^*$ است. جسم‌ها حرکت می‌کنند و در یک وضعیت دیگر باز هم سرعت همه جسم‌ها صفر می‌شود. در این وضعیت جدید، فاصله هر جسم از مرکز N ضلعی چقدر است؟

راهنمایی:

$$\sum_{i=1}^{p}\sin(i\theta) = \frac{\sin\left(\frac{(p+1)\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{p\theta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

$$\sum_{i=1}^{p}\cos(i\theta) = \frac{\cos\left(\frac{(p+1)\theta}{2}\right)\sin\left(\frac{p\theta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

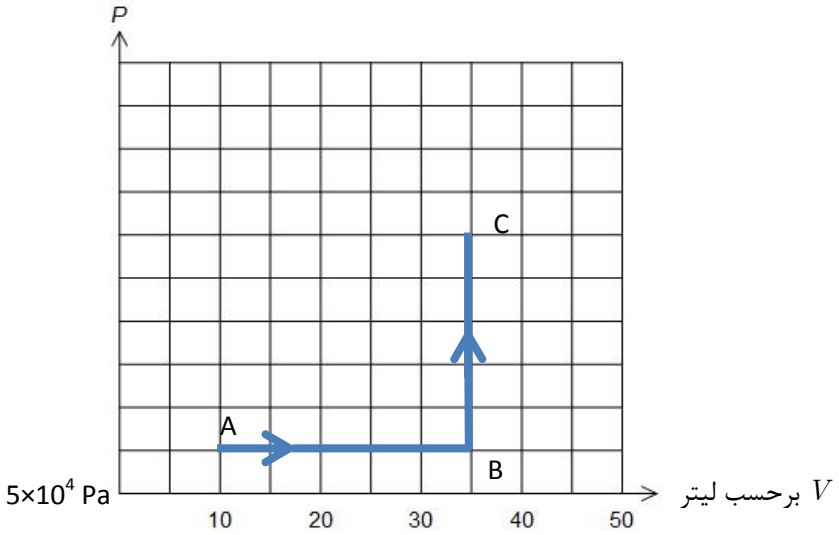
۶- مقداری گاز کامل فرآیند ABC را می‌پیماید. در نقطه‌های A و C دمای گاز به‌ترتیب $T_A = 80\ K$ و $T_C = 600\ K$ است. کمیت‌های زیر را حساب کنید.

الف) دما در نقطه B، T_B

ب) فشار در نقطه B، P_B

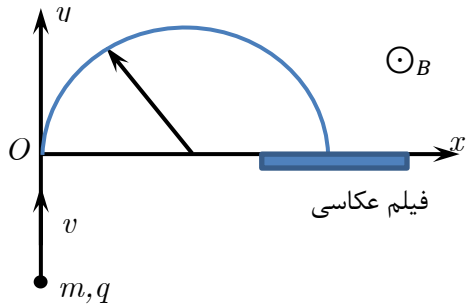
ج) تعداد مول‌های گاز، n

یادآوری: ثابت عمومی گازها $R = 8/3\ J/(mol.K)$ است.



۷- طیف‌سنج جرمی وسیله‌ای است که جرم یون‌ها را اندازه می‌گیرد. یون در یک تفنگ یونی شتاب می‌گیرد و به ناحیه‌ای تزریق می‌شود که در آن یک میدان مغناطیسی یکنواخت هست. جهت میدان مغناطیسی را محور z می‌گیریم. تفنگ یونی را چنان قرار می‌دهند که یون‌ها در جهت محور y وارد میدان مغناطیسی بشوند. در این‌صورت، یون‌ها مطابق شکل مسیری دایره‌ای را می‌پیمایند که در صفحه xy است، و به یک صفحه حساس (فیلم عکاسی) برخورد می‌کنند. با اندازه‌گیری فاصله محل برخورد یون به فیلم از نقطه O (جائی‌که یون وارد میدان مغناطیسی می‌شود) جرم یون به‌دست می‌آید. دو یون ${}^{۳۹}_{۱۹}K$ و ${}^{۴۱}_{۱۹}K$ (هر دو با عدد اتمی ۱۹ و اولی با عدد جرمی ۳۹ و دومی با عدد جرمی ۴۱) هردو با بار یکسان، به ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی تزریق می‌شوند. عدد جرمی مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته است.

شعاع دایره مسیر از $r = \dfrac{mv}{qB}$ به‌دست می‌آید، که در آن r شعاع دایره مسیر، v سرعت یون، m جرم یون، q بار یون و B اندازه میدان مغناطیسی است. فاصله محل برخورد یون با فیلم از مبدأ برای این دو یون را $L_۱$ و $L_۲$، و میانگین این فاصله را L می‌نامیم.



الف) با فرض آن‌که انرژی دو یون یکسان است، $\dfrac{L_۲ - L_۱}{L}$ را حساب کنید.

ب) فرض کنید انرژی یون‌ها بین $۷/۹\times۱۰^{-۱۷}J$ و $۸/۱۱\times۱۰^{-۱۷}J$ است. آیا می‌توان یون‌های ${}^{۳۹}_{۱۹}K$ و ${}^{۴۱}_{۱۹}K$ را از هم تشخیص داد؟ چرا؟

ج) فرض کنید سرعت یون‌ها وقتی وارد میدان مغناطیسی می‌شوند دقیقاً در امتداد محور y نباشد، اما هنوز در صفحه xy باشد. یون‌ها با زاویه‌های مختلفی نسبت به محور y وارد می‌شوند. زاویه یکی از این یون‌ها با محور y را α می‌نامیم. L را برحسب α به‌دست آورید.

د) فرض کنید حداکثر زاویه سرعت یون‌ها با محور y هنگام ورود ۳۰° باشد. آن‌گاه می‌توان این دو یون را از هم تشخیص داد؟ چرا؟

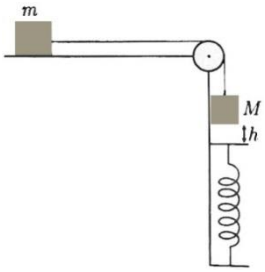
راهنمایی: اگر ε خیلی کوچک باشد، $(۱+\varepsilon)^\beta \simeq ۱+\beta\varepsilon$. هم‌چنین اگر α برحسب رادیان خیلی کوچک باشد، $\cos\alpha \simeq ۱ - \dfrac{\alpha^۲}{۲}$.

۸- در شکل، دو جسم به جرم‌های M و m به وسیله نخ سبکی به هم متصل شده‌اند. جرم m روی میز بدون اصطکاکی قرار دارد و زیر جسم M فنر ایده‌آلی با ثابت k قرار داده شده است. فنر سکب است و طول عادی خود را دارد. درحالی‌که فاصله M از سر فنر h است، دستگاه از حالت سکون رها می‌شود و جرم M پس از افتادن رون فنر آن‌را فشرده می‌کند. انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنری که به اندازه Δx نسبت به طول عادش‌اش فشرده شده باشد، $\frac{۱}{۲}k(\Delta x)^۲$ است.

الف) سرعت اجسام در لحظه‌ای که جسم M به فنر می‌رسد چقدر است؟

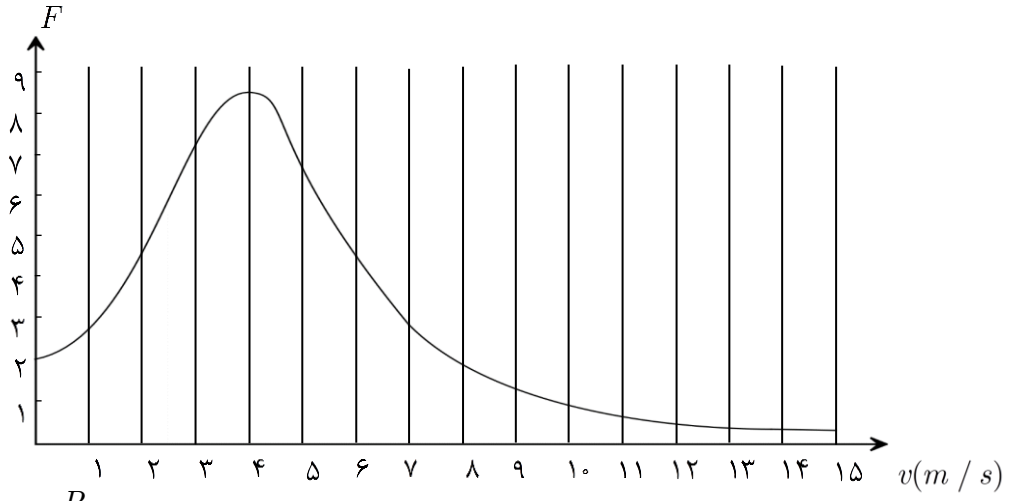
ب) بیشینه سرعت جسم M و m چقدر است؟

ج) حداکثر فشردگی فنر چقدر است؟



«پاسخنامه‌ی تشریحی»

۱- الف)



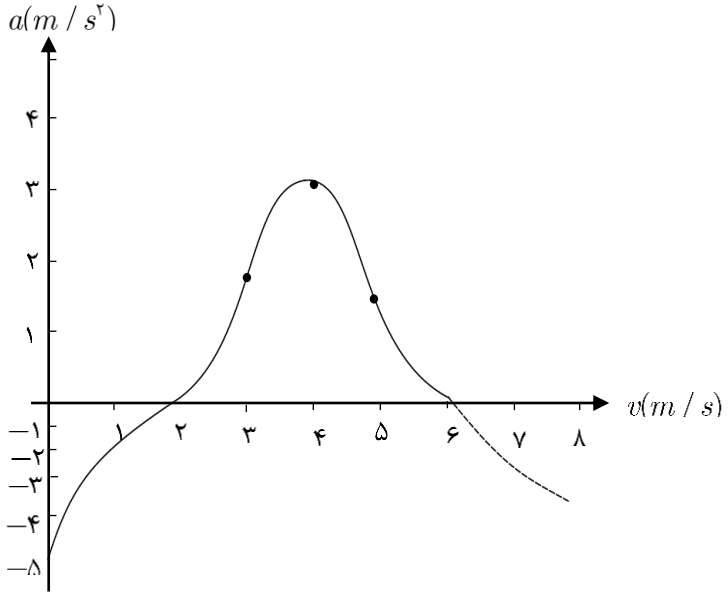
$$P = FV \Rightarrow F = \frac{P}{V}$$

ب)

$$F = mg\sin\varphi \Rightarrow \sin\varphi = ۰/۸$$

ج)

$$a = \frac{F - mg\sin ۳۰}{m} = \frac{F - ۵}{m}$$



د)

$$\begin{cases} a_۱ = ۲m/s^۲ \\ a_۲ = ۲/۸m/s^۲ \\ a_۳ = ۴/۷m/s^۲ \end{cases} \Rightarrow V = ۲\times۱ + ۲/۸\times۱ + ۴/۷\times۱ = ۹/۵m/s$$

۲- الف)

$$\frac{P_{NH_3}}{P_{H_2}+P_{N_2}}=\frac{2RT/V}{3RT/V+RT/V}=\frac{1}{2}$$

$$PV=2RT \qquad W=-\int PdV=-\int\frac{2RT}{v}dv=-2RT\int\frac{dv}{v}$$

از روی شکل داده شده مساحت زیر نمودار بین x و $2x$ دلخواه را به دست می‌آوریم.

$$w=1/38RT$$

ب)

$$\Delta T=0\Rightarrow\Delta V=0$$

ج)

$$\frac{P_{NH_3}}{P_{H_2}+P_{N_2}}=\frac{2RT/V'}{3RT/V+RT/V}=1\Rightarrow V'=V/2$$

$$\Delta V=-Q'+\frac{PV}{2}=-Q'+2RT=-Q+W\Rightarrow Q'=2RT+Q-1/38RT>0$$

۳- الف)

$$\alpha(T_0-T)dt-Jdt=cdT$$

روشن :
$$=\frac{dT}{dQ}\times\frac{dQ}{dt}\Rightarrow\frac{dT}{dt}=\frac{-(\alpha(T_0-T)-J)}{V}$$

خاموش :
$$\frac{dT}{dt}=\frac{-(\alpha(T_0-T))}{C}$$

ب)

سرد کننده روشن
$$\left.\frac{dT}{dt}\right|_{T_0-T_2}<0\Rightarrow J>\alpha(T_0-T_2)$$

ج)

روشن
$$\frac{dT}{dt}=\frac{\alpha(T_0-\frac{T_1+T_2}{2})-J}{C}$$

$$\Rightarrow t_1=\frac{C(T_1-T_2)}{\alpha(T_0-\frac{T_1+T_2}{2})-J}$$

خاموش
$$T_2-T_1=\frac{\alpha(T_0-(\frac{T_1+T_2}{2}))}{C}t_2$$

$$\Rightarrow t_2=\frac{1}{\alpha(T_0-\frac{T_1+T_2}{2})}$$

۴- الف)

$$F = IB = \frac{\mu_\circ I^۲}{۲\pi D} = -\frac{\mu_\circ I^۲ \cos^۲ \omega b}{۲\pi D} x$$

ب)

$$a = -\frac{k}{\lambda} x - \frac{\alpha}{\lambda} v - \frac{\mu_\circ I^۲ \cos^۲ \omega t}{۲\pi D \lambda}$$

ج)

$$X = A + B\cos \Omega t + C \sin \Omega t$$
$$V = -B\Omega \sin \Omega t + C\Omega \cos \Omega t$$
$$O = -B\Omega^۲ \cos \Omega t - C\Omega^۲ \sin \Omega t$$
$$-B\Omega^۲ \cos \Omega t - C\Omega^۲ \sin \Omega t = -\frac{kA}{\lambda} - \frac{k}{\lambda} B\cos \Omega t - \frac{k}{\lambda} C \sin \Omega t$$
$$+\frac{\alpha}{\lambda} B\Omega \sin \Omega t - \frac{\alpha}{\lambda} C\Omega \cos \Omega t$$
$$-\frac{\mu_\circ I^۲ \cos^۲ \omega t}{۲\pi D \lambda}$$
$$\cos^۲ \omega t = \frac{\cos^۲ \omega w t + ۱}{۲} \Rightarrow \Omega = ۲\omega$$
$$\begin{cases} \cos : -B\Omega^۲ = -\frac{k}{\lambda} B - \frac{\alpha}{\lambda} C\Omega - \frac{\mu I^۲}{۴\pi D\lambda} \\ \sin : -C\Omega^۲ = -\frac{k}{\lambda} C + \frac{\alpha}{\lambda} B\Omega \end{cases}$$
$$-\frac{kA}{\lambda} - \frac{\mu_\circ I_\circ^۲}{۴\pi D\lambda} = ۰ \Rightarrow A = -\frac{\mu_\circ I_\circ^۲}{۴\pi DK}$$
$$C(\frac{k}{\lambda} - \Omega^۲) = \frac{\alpha\ \Omega}{\lambda} B \Rightarrow B = \frac{K - \lambda\ \Omega^۲}{\alpha \Omega} C$$
$$B(\Omega^۲ - \frac{k}{\lambda}) = \frac{\alpha C\ \Omega}{\lambda} + \frac{\mu_\circ I_\circ^۲}{۴\pi D\lambda}$$
$$C(\frac{\alpha \Omega}{X} + \frac{(K - \lambda\ \Omega^۲)^۲}{\alpha \Omega X} = -\frac{\mu_\circ I_\circ^۲}{۴\pi D\lambda}$$
$$C = \frac{-\mu_\circ I_\circ^۲ \alpha \Omega}{۴\pi D((K - \lambda\Omega^۲)^۲ + (\alpha \Omega)^۲)}$$

۵- الف)

$$\Delta x = \sqrt{۲R^۲(۱ - \cos\theta)} - R_\circ \qquad \frac{\theta_\circ}{۲} = \frac{\pi}{N}$$
$$V = \frac{N}{۲} K \sum_{i=۱}^{N-۱} \Delta x^۲ = \frac{N}{۲} K((N-۱)(۲R_۱^۲ + R_\circ^۲) - ۲R^۲ \sum_{i=۱}^{N-۱} \cos\theta - ۴RR \sum_{i=۱}^{N-۱} \sin\theta / ۲)$$

$$= \frac{Nk}{۲}((N-۱)(۲R_۱^۲ + R_۰^۲) - ۲R^۲ \frac{\cos\pi \sin\frac{(N-۱)\pi}{N}}{\sin\frac{\pi}{N}} - ۴RR\frac{\sin\frac{N\pi}{۲N}\frac{\sin(N-۱)\pi}{۲N}}{\sin\frac{\pi}{N}}$$

$$= \frac{Nk}{۲}((N-۱)(۲R_۱^۲ + R_۰^۲) + ۲\mathrm{R}^۲ - ۴RR_۰ \cot g\frac{\pi}{۲N})$$

ب)

$$\frac{dV}{dR} = ۰ \Rightarrow -۴NR^* - ۴R_۰ \cot g\frac{\pi}{۲N} = ۰ \Rightarrow R^* = \frac{R_۰}{N}\mathrm{cotg}\frac{\pi}{۲N}$$

ج)

$$R = \frac{۴R\cot g\frac{\theta}{۲} \pm \sqrt{۱۶R^۲\cot g^۲\frac{\theta}{۲} - ۸N^۲R_۰^۲}}{۴N}$$

علامت منفی برای R و علامت مثبت برای جواب دیگر

۶- الف)

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{V_B}{V_A}T_A = \frac{۳۵}{۱۰} \times ۸۰ = ۲۸۰k$$

ب)

$$\frac{P_C}{P_B} = \frac{T_C}{T_B} = \frac{۶۰۰}{۲۸۰} = \frac{۱۵}{۷}$$

$$\frac{۵\times۱۰^۴ + ۸x}{۵\times۱۰^۴ + x} = \frac{?}{۷} \Rightarrow ۷\times۱۰^۴ + ۷x = ۱۵\times۱۰^۴ + ۳x$$

$$۴x = ۸\times۱۰^۴ \Rightarrow x = ۲\times۱۰^۴$$

$$P_B = ۵\times۱۰^۴ + ۲\times۱۰^۴ = ۷\times۱۰^۴ Pa$$

ج)

$$P - V = nR.T$$

$$۷\times۱۰^۴ \times ۳۵\times۱۰^{-۳} = n\times ۸.۳\times ۲۸۰$$

$$\Rightarrow n = ۱/۰۵mol$$

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

سوال علمی
مرحله دوم
نوزدهمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۵

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
–	۱	۳۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

تذکرات آزمون:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:

- این آزمون شامل **۱ مسئله‌ی تشریحی** و وقت آن **۳۰ دقیقه** است.
- نمره‌ی هر سوال در ابتدای آن نوشته شده است.
- استفاده از ماشین‌حساب در این آزمون مجاز است.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز **نیست**.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

اندازه‌گیری نسبت جرم دو جسم با استفاده از مرکز جرم

وسایل آزمایش:

صفحه مقوایی، نخ، مهره تک، پیچ و مهره بزرگ، پیچ و مهره کوچک، مفتول فلزی و خط‌کش

جسمی را از یک نقطه روی آن آویزان می‌کنیم. امتداد قائمی که از این نقطه می‌گذرد، را خط D می‌نامیم. با عوض کردن نقطه آویز خط D نیز عوض می‌شود. اما همه این خط‌ها از یک نقطه‌ی ثابت نسبت به جسم می‌گذرند. به این نقطه، مرکز جرم جسم می‌گویند. می‌خواهیم نسبت جرم‌های یک جسم مقوایی به جرم m و یک جسم دیگر به جرم M را تعیین کنیم.

۱) با استفاده از مفتول فلزی، نخ و مهره‌ی تک یک شاقول بسازید. جسم مقوایی را از سوراخ‌های مختلفی روی آن، از مفتول آویزان کنید و در هر حالت امتدادهای قائم را روی مقوا مشخص کنید. محل تقاطع این خطها را تعیین کنید و آن را O (مرکز جرم) بنامید.

۲) پیچ و مهره بزرگ را باز کنید و در نقطه A (بزرگترین سوراخ) ببندید. مانند قسمت ۱ مرکز جرم جدید را مشخص کنیدو آن را بنامید. فاصله‌های O_1A و O_1Oرا با خط‌کش اندازه‌گیری کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.با استفاده از این طول‌ها نسبت به $\frac{M_1}{m}$ را حساب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

۳) پیچ و مهره بزرگ را باز و از صفحه جدا کنید. پیچ و مهره کوچک را باز کنید و در نقطهB (سوراخ متوسط) ببندید. مانند قسمت قبل مرکز جرم را مشخص کنید و آن را O_2 بنامید. فاصله‌های O_2B و O_2O را با خط‌کش اندازه‌گیری کنید و در پاسخنامه بنویسید. با استفاده از این طول‌ها نسبت $\frac{M_2}{m}$ را حساب کنید و در پاسخنامه بنویسید.

۴) مقوایی که در اختیار شما است، ذوزنقه است مساحت S مقوا را حساب کنید و در پاسخنامه بنویسید. جرم هر مترمربع از مقوا ۱۶۰ گرم است. جرم مقوا (m)، جرم پیچ و مهره بزرگ (M_1) و جرم پیچ و مهره کوچک (M_2) را تعیین کنید و در پاسخنامه بنویسید.